東部地區農業氣象環境與災害發生潛勢分析

陳守泓 [1*]、申雍 [2]、姚銘輝 [1]
[1] 行政院農委會農業試驗所農業工程組
[2]國立中興大學土壤環境科學系

摘要

依據中央氣象局之宜蘭、花蓮及臺東氣象站自 1949-2003 年的觀測資料，整理各站每年低溫(≤ 10℃)與高溫(≥ 30℃)的日數、年累積降雨量與降雨(≥ 1.0 mm)日數等項目，以及 1959-2004 年的侵臺颱風數目，以瞭解東部地區異常氣象狀況的發生情形，並以十年為週期統計分析各災害性天氣狀況的發生趨勢。災害發生潛勢則以豪雨及低溫為分析項目，以對東部地區的農業氣象資料進行潛勢分析及探討。分析結果指出，年降雨量及降雨日數雖未呈現明顯的異常增減，但近年來高溫日數及侵臺颱風數目均有增加的趨勢，使作物生產仍存有較大的損害風險。關於旱害，雖然降雨日數與年降雨量並未呈現明顯偏少(低)，但高溫異常偏高的可能性增加，因此預期未來旱害的影響仍可能有上升的趨勢。就降雨潛勢分析而言，七月至九月的豪雨發生機率明顯較梅雨季節為高，且多發生於宜蘭及臺東山區。受氣候暖化之影響，≥ 30℃的日數有異常偏多趨勢，雖然平地農作物大面積遭受寒害的機率不大，但山坡地上的經濟果樹仍需防範低溫傷害，尤其是一月的低溫時期需注意局部受害的可能。

關鍵詞： 農業氣象災害、氣象災害潛勢、颱風、雨害。

* 通信作者, chensh@wufeng.tari.gov.tw
投稿日期：2007 年 8 月 7 日
接受日期：2007 年 10 月 15 日
作物、環境與生物資訊 4:329-339 (2007)
Crop, Environment & Bioinformatics 4:329-339 (2007)
189 Chung-Cheng Rd., Wufeng, Taichung Hsien 41301, Taiwan ROC

The Agrometeorological Environment and Disasters Occurring Potential in the Eastern Region of Taiwan

Shou-Hung Chen[1*], Yuan Shen[2] and Ming-Hwi Yao[1]

[1] Agricultural Engineering Division, Agricultural Research Institute, COA, Taichung Hsien 41301, Taiwan ROC

[2] Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University, Taichung 40227, Taiwan ROC

ABSTRACT

In this study, yearly data , including number of days ≤ 10℃ (D_{10}) and ≥ 30℃ (D_{30}), accumulated precipitation (P_{acc}), and number of days with precipitation ≥ 1.0mm (D_{prec}), from 1949-2003 of three Central Weather Bureau (CWB) weather stations located at eastern region and number of typhoon that may invade Taiwan during 1959-2004 were collected. Occurrence of abnormal meteorological conditions at eastern region were first identified and followed with 10 year moving average to study the trend. The potential of agrometeorological disasters, heavy rainfall and low temperature, was analyzed. Results indicated that the number of typhoon and D_{30} were increasing recently. Although the trend of P_{acc} and D_{prec} did not increase significantly, it was expected that the high risk of agricultural production due to the impacts of high temperature and number of typhoon followed the current increasing trend. In case of the drought damage, there was neither significant decreasing trend of P_{acc} nor of D_{prec}, but D_{30} showed significant increasing pattern. It was expected that the impact of agricultural production due to drought followed the current increasing trend.

According to the analysis of rainfall potential, the probability of heavy rainfall from July to September was higher than that in Mei-yu season, especially in the mountainous area of Yilan and Taitung. There was significant increasing trend of D_{30} and warming in current years. Chances of having extensive cold damages over flat land were rare. However, fruit trees grown in hillsides suffered significant cold damages locally, especially in January.

Key words: Agrometeorological disaster, Meteorological disaster potential, Typhoon, Rainfall damage.

前言

以地理位置的區隔而言，臺灣東部地區泛指由雪山山脈、中央山脈、玉山山脈及阿里山山脈一線以東，由北至南包含宜蘭縣、花蓮縣及臺東縣之臺灣東部區域，但是就氣候分區的角度而言，本區域所涵蓋的三個縣市各有其多樣複雜的氣候特性(Kuo 1980, Chen 1995)。位處於臺灣東北端的宜蘭縣，東面太平洋，北面、西面以及南面則為雪山山脈和中央山脈所環繞，年平均溫度約為22.3℃。由於夏季時西南季風被中央山脈阻擋，使得本區域高溫悶熱，平均最高氣溫為七月份 28.4℃；冬天東北季風則挾帶大量水氣，平均最低氣溫為一月份 16.0℃，屬於亞熱帶季風氣候。宜蘭地區受三面環山的地形影響，每年十一月至翌年二月間冷冽的東北季風，長驅直入帶來豐沛的雨量，繼之春雨、梅雨及颱風雨頻仍，使得蘭陽平原每年降雨量極高約為 2,800 mm，平均每年降雨日數超過 200 天，素有「蘭雨」之稱。

花蓮縣東臨太平洋，西倚中央山脈，北回歸線由瑞穗地區經過，氣候四季如春、冬暖夏涼，年平均降雨量超過 2,100 mm。冬季因太平洋的黑潮暖流流經東部海岸，且有中央山脈阻擋，所以溫度較北部地區為高，平均最低氣溫為一月的 17.8℃。夏季則由於受到海洋季風的調節，溫度較為涼爽，平均最高氣溫為七月 28.4℃。

位於北回歸線以南的臺東縣，大致屬於熱帶氣候型，臺東南部地區則屬熱帶高山氣候區。平均溫度較西部同緯度地區高約 0.5℃左右，年均溫約為 23.8℃至 24.8℃之間；最高為七月份 29.5℃，最冷為一月份 12.5℃。除蘭嶼外其餘皆有 8、9 個月份的月均溫超過22℃以上。整體而言，雖然雨量豐沛，但在本島地區乾枯季明顯。受季風及颱風影響，雨季始於五月而終於十月，旱季則為十一月至翌年四月，平均年雨量超過 1,800 mm。全年濕度高，平地年平均濕度約 76%，由北向南遞減，受雨量分配的影響明顯。

臺灣地區氣候資源非常豐富，各地區農民所生產的作物和栽培管理方式也會依氣候環境變化而調整，若氣候環境稍有變動，通常對於作物生產影響不大，但若遇有異常的災害性天氣狀況發生，作物生產則將會受到嚴重傷害。因此，結合氣象資料與地理分布之異常農業氣象狀況發生機率潛勢分析更顯重要，此係由於農業生產區內或農田附近沒有氣象觀測站，或當地地形複雜，計算所得之氣候特性資料可能會有相當之誤差(Shen and Huang 1996)，因此利用地理統計技術方式(Shen and Chen 1994)，將點狀資料轉換為面化資料，可改善所提供氣候特性的準確性。因此，本文擬根據農業年報資料統計臺灣東部地區農作常見的氣象災害及其影響，並探討東部地區異常氣象狀況發生頻率的變化趨勢，以期提供農業生產過程中之氣象災害防護或栽培管理決策之參考。

資料與分析方法

關於作物受害情形係依據農業統計年報資料，統計各年度颱風害、雨害、旱害以及寒害等災別之作物受損面積與受害金額，以瞭解颱風害、雨害、旱害、寒害等氣象狀況和農作物受損的資料，並進一步探討各氣象異常狀況對農作物造成災損的影響。

對於臺灣東部地區異常狀況的變化情形，係以東部地區觀測資料超過 50 年的宜蘭

站(467080)、花蓮站(466990)及臺東站(467660)等三個平地氣象觀測站進行分析，分析項目為每年≤ 10℃和≥ 30℃的日數、累積降雨量、降雨日數(≥ 1.0 mm day^{-1})以及侵臺颱風數目。資料取自中央氣象局之地面氣候觀測年報與颱風資料庫，氣候資料時間範圍由 1949 年至 2003 年合計 55 年，颱風資料時間範圍由 1959 年至 2004 年合計 46 年。

由於氣象測站所處地理位置和地形的影響，各測站同一分析項目數值的變化範圍並不相同，不應僅用超過或低於某一通用數值作為判斷是否異常的依據。因此先逐站將各分析項目依數值大小進行排序，選取 55 年資料中的第 10 個最大值(Max_{10})與最小值(Min_{10})作為判斷該站該分析項目是否異常的標準，逐年依據分析項目數值給予 1、0、-1 的得分，分別代表≥ Max_{10}、Max_{10}與 Min_{10}之間、≤ Min_{10}三種狀況。再依各年份所選的測站中，是否有超過半數(2 個含以上)測站得分為-1 或 1，作為判定該年份臺灣地區曾發生廣泛性偏少或偏多異常狀況的依據。進而利用移動平均法計算10年週期內發生異常狀況的平均值，以探討異常狀況發生頻率的趨勢變化。

異常農業氣象狀況發生潛勢分析主要以東部地區之中央氣象局局屬站、遙測自動氣象雨量站、農業氣象觀測站以及專用站等四類共計 172 個氣象測站為評估之資料來源。農業氣象災害發生機率則以豪雨(≥ 130 mm day^{-1})及低溫(≤ 10℃)資料進行分析，並以 ESRI ArcGIS 9.0 之 Spatial Analyst 模組及 Geostatistical Analyst 模組執行區域面化之模擬。

農業氣象災害損失趨勢

統計近年(1997-2005 年)農業氣象災損發生次數(Table 1)，以颱風所造成的次數為最多，其次為旱害，除了 2002 年四月於東部均造成災情之外，宜蘭縣與花蓮縣在 1998 年八月及 2003 年八月皆有旱害災損產生，臺東縣則為 2003 年四月乾旱造成災情。另外，焚風則只於 2002年八月卡莫里颱風過後為臺東地區帶來災害損失。雖然農業氣象災損以颱風所導致的次數最多，但是平均受害程度除了在花蓮縣為颱風災害(佔全縣 39.1%)狀況最差之外，宜蘭縣損害程度最嚴重的為寒害(佔全縣 36.4%)，臺東縣損害程度最嚴重的為旱害(佔全縣 60%)。相對於前述災害，雨害的發生次數、損害程度以及受損金額在東部地區均較不嚴重。

就災損金額而言(Table 2)，各縣以颱風損失所佔比例最大，尤其臺東縣累積高達 47 億元，佔全縣總災損的 98.1%，其次為花蓮縣累計損失為 29.5 億元，宜蘭縣累計損失為 7.7 億元，各縣災損金額第二高者分別為宜蘭旱害 1.29 億元(佔全縣 1.3%)、花蓮旱害 1.26 億元(佔全縣 4.1%)以及臺東焚風 0.5 億元(佔全縣 1.1%)。統計各縣歷年前五大災損資料(Table 3)，顯示各地受害嚴重的單一災害均為颱風所致，且受損作物均為本區廣泛栽培

Table 1. The agricultural disasters occurring frequency and percent damage at Yilan, Hualien, and Taitung, respectively.

Disaster	Frequency (%)			Percent damage (%)		
	Yilan	Hualien	Taitung	Yilan	Hualien	Taitung
Typhoon	19	15	15	23.1	39.1	31.1
Rainfall damage	2	1	2	33.0	30.4	14.7
Cold damage	2	1	1	36.4	30.8	10.0
Drought damage	3	3	2	29.3	28.8	60.0
Foehn	0	0	1	—	—	3.4

Table 2. The agricultural disasters occurring estimated economic loss and percent damage at Yilan, Hualien, and Taitung, respectively.

Disaster	Lost value (NT $1000)			Percent damage (%)		
	Yilan	Hualien	Taitung	Yilan	Hualien	Taitung
Typhoon	769,075	2951,842	4704,990	77.9	95.4	98.1
Rainfall damage	35,342	8,348	31,996	3.6	0.3	0.7
Cold damage	129,333	126,585	3,439	13.1	4.1	0.1
Drought damage	53,495	6,853	5,482	5.4	0.2	0.1
Foehn	0	0	50,378	—	—	1.1

Table 3. The top five largest disasters in economic loss at Yilan, Hualien, and Taitung, respectively.

Region	Year	Injured crop	Disaster	Injured area *ha*	Lost value *NT $1000*
Yilan	1997	Pomelo	Aug (No. 199717)[x]	159	44,361
	2003	Tea	Aug (Drought)	113	43,329
	2000	Vegetable	Aug (No. 200010)	134	37,759
	1998	Vegetable	Oct (No. 199810)	175	36,400
	2005	Cabbage	Jul (No. 200505)	68	33,581
Hualien	2000	Watermelon	Aug (No. 200010)	616	208,519
	2000	Pomelo	Aug (No. 200010)	1,338	202,240
	2001	Pomelo	Jul (No. 200108)	1,011	148,797
	2000	Refined cane	Aug (No. 200010)	1,386	116,007
	2005	Watermelon	Jul (No. 200505)	521	113,530
Taitung	2000	Sugar apple	Aug (No. 200010)	1,680	853,850
	2005	Sugar apple	Jul (No. 200505)	474	360,432
	2001	Sugar apple	Sep (No. 200116)	801	225,917
	1998	Fresh cane	Oct (No. 199810)	244	209,267
	1997	Sugar apple	Aug (No. 199714)	400	174,000

[x] the code number of typhoon.

的各類果樹，分別為宜蘭於 1997 年的柚子受颱風災損、花蓮於 2000 年的西瓜受颱風災損及臺東於 2000 年的番荔枝受颱風災損，此外宜蘭地區於 2003 年的茶樹旱害亦相當嚴重。

根據中央氣象局資料所統計的百年間(1897-2002)各類別颱風發生次數及頻率結果顯示，登陸侵襲臺灣的颱風中由東部地區直撲登陸的頻率高達 83% (Tu *et al*. 2003)，而當颱風由臺灣北部通過時，往往為臺東地區帶來異常乾熱的焚風災害，Table 4 為中央氣象局所統計侵臺颱風於東部地區出現顯著焚風的個案資料表，其中 1994 年八月的焚風更使氣溫高達 39℃，由此可知此異常天氣將對作物造成相當嚴重程度的影響。

異常氣象狀況發生趨勢

近 20 年間，侵臺颱風數目有 6 年偏多的情形，僅有 1 年偏少(Fig. 1)，而每 10 年即有 3 年侵臺的颱風數目≥ 7 個，2001 年和 2003 年更曾達到 9 個，遠超過 1958-2004 年之 47 年間的平均數 4.8 個，因此侵臺颱風數目呈現增加的趨勢。

在降雨方面，自 1949 年至 1960 年間，有 3 次年雨量偏多的異常狀況；自 1960 年至 1980 年間，則是出現 3 次年雨量偏少的異常狀況，僅 1974 年出現一次年雨量偏多的情形；1980 年迄今，年雨量偏多(1988、1990、

Table 4. The occurrence of foehn caused by typhoons invaded in the eastern Taiwan.

Typhoon No.	Date	Location	Tmax [x]		(T-Td)max [y]	
			℃	*Time*	℃	*Time*
195905	Jul 15	Taitung	34	1300	10	1300
196008	Jul 31	Hualien	35	1736	13	1736
196009	Aug 8	Dawu	35	1100	12	1100
196314	Sep 11	Chenggong	36	1000	19	1000
196314	Sep 11	Taitung	35	0200	16	0200
196519	Aug 19	Chenggong	35	0100	16	0100
196911	Sep 27	Taitung	34	0030	14	0030
197127	Sep 23	Chenggong	36	0100	17	0100
197127	Sep 22	Taitung	35	2400	15	2400
197613	Aug 10	Chenggong	37	0300	18	0300
197613	Aug 9	Taitung	35	2400	15	2400
198510	Aug 23	Taitung	34	0900	13	0900
198919	Sep 12	Taitung	35	0020	14	0020
199413	Aug 8	Hualien	37	0236	16	0236
199413	Aug 8	Chenggong	39	0026	20	0026
199413	Aug 8	Taitung	37	0236	18	0026

x the highest temperature during foehn.

y the difference between the highest temperature and the highest dew point temperature. The data was quoted from website: http://photino.cwb.gov.tw/tyweb/typhoon_eye/forcastuse_hotwind05.htm

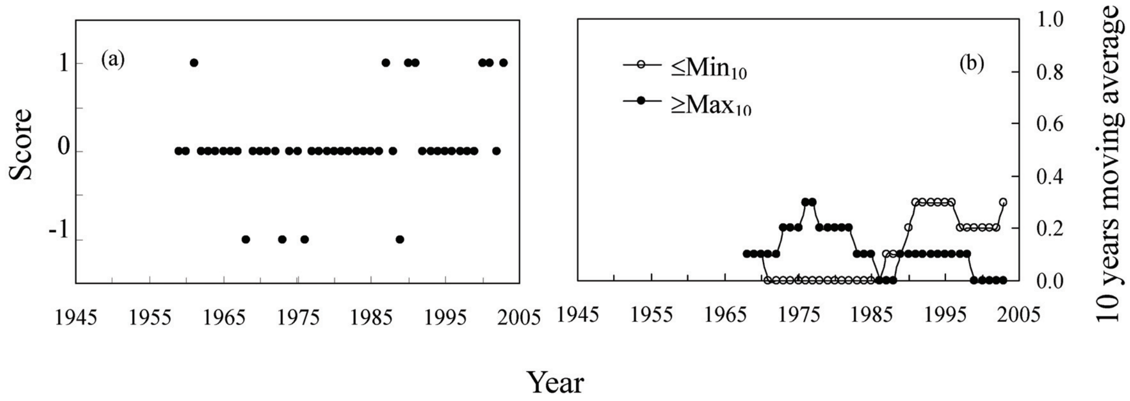

Fig. 1. The distributions of (a) the scores of number of typhoons and (b) their 10-year moving averages from 1958 to 2004.

1998、2001 年)和偏少(1993、1997、2002、2003 年)的異常狀況皆有發生(Fig. 2a)。降雨日數於 1960 年至 1980 年間有 4 次偏多 3 次偏少，自 1980 年至今則有 3 次偏多 4 次偏少的情形，呈現偏多與偏少之異常交替發生的現象(Fig. 3b)。以 10 年為週期的年雨量移動平均顯示，1960 年以前每 10 年有 3 年偏多，1985 年左右則出現 10 年有 3 年偏少的狀況，近年來年降雨量則約每 10 年有 2 年異常偏多、有 3 年異常偏少的現象發生(Fig. 2c)。

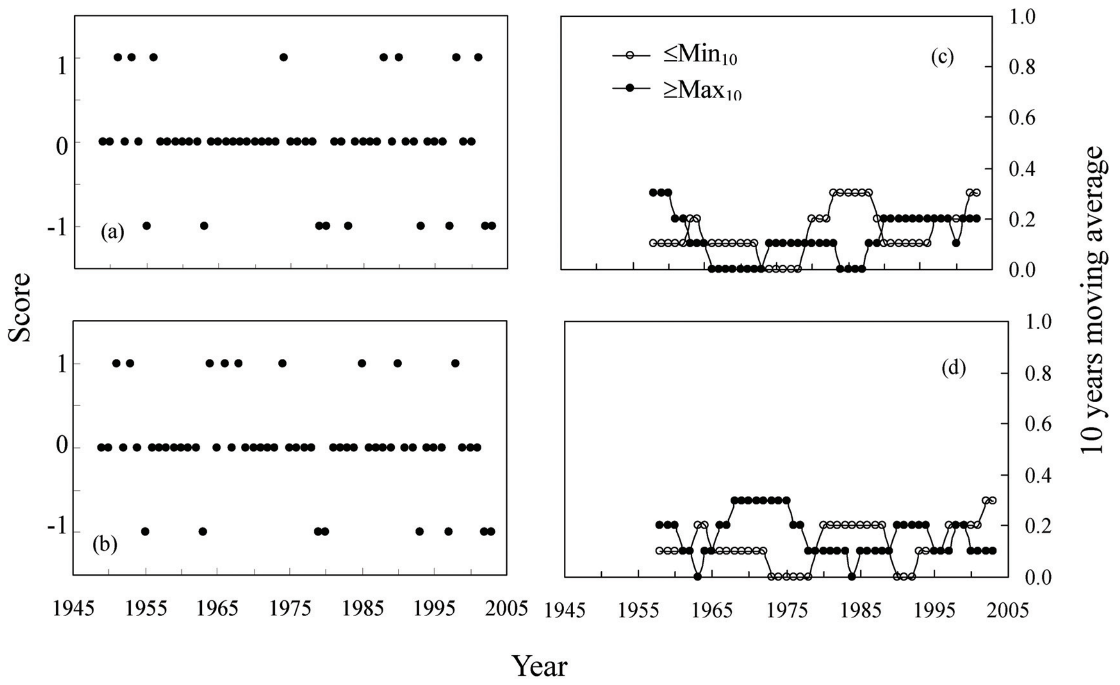

Fig. 2. The distributions of the scores of (a) precipitation, (b) heavy rainy days, and (c) and (d) their 10-year moving averages, respectively, from 1949 to 2003.

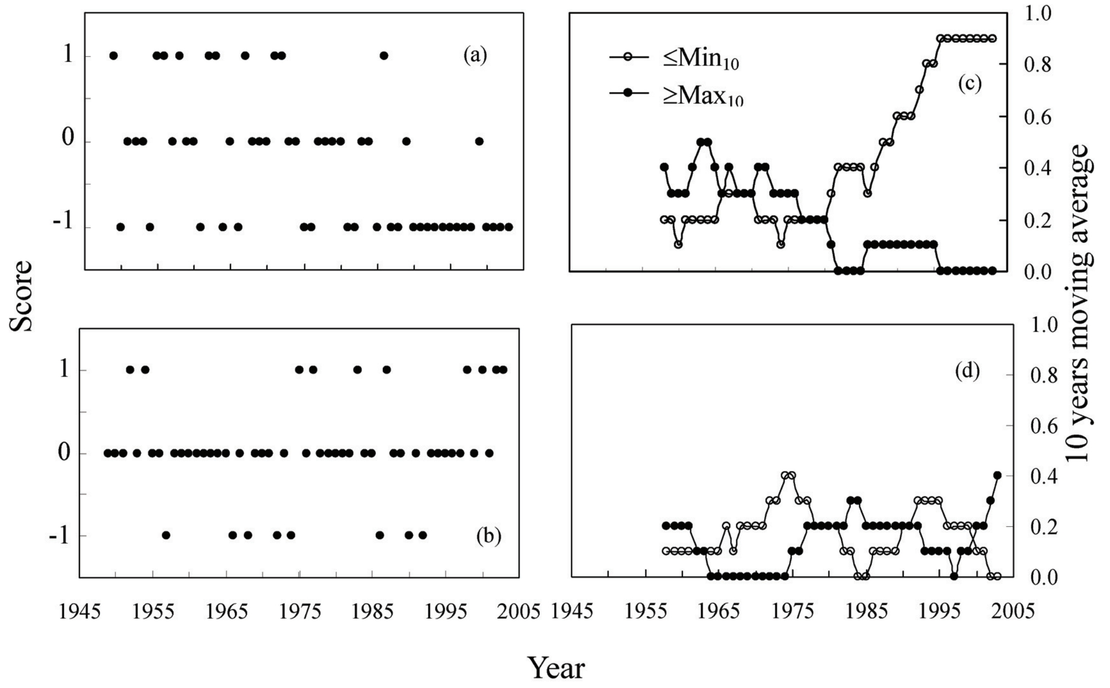

Fig. 3. The distributions of the scores of (a) days of temperature ≤ 10℃, (b) days of temperature ≥ 30℃, and (c) and (d) their 10-year moving averages, respectively, from 1949 to 2003.

於此 55 年期間，降雨日數偏多之異常狀況由 1970 年代約每 10 年至多有 3 年降至目前為每 10 年方有 1 年偏多，而異常偏少的發生頻率則從 1980 年代的每 10 年至多有 2 年增至目前每 10 年就有 3 年偏少的情形(Fig. 2d)，顯示東部地區年降雨量與降雨日數皆有逐漸偏少的趨勢。

受氣候暖化效應影響，低溫異常的變化最為明顯。1980 年之前，一年中低溫(≤ 10℃)的日數呈現近乎全面性偏多的現象(Fig. 3a)，顯示此期間東部地區低溫偏低的狀況較常發生；1980 年代迄今，期間僅 1986 年有低溫偏多的情形，其餘皆明顯呈現低溫偏少的現象。以 10 年為週期的移動平均顯示，一年中≤ 10℃的日數偏少的異常狀況已由早年每 10 年僅有 2 年會發生，逐漸增加至近年每 10 年有 9 年會發生(Fig. 3c)。在高溫方面，在此 55 年期間，一年中高溫(≥ 30℃)的日數則呈現 10 年偏多與 8 年偏少之異常交替發生的現象，其中近期為 1998、2000、2002 及 2003 年所接連呈現高溫偏多的狀況(Fig. 3b)。以 10 年為週期的移動平均顯示，近年來全年中 ≥ 30℃的日數偏多的異常狀況每 10 年有 4 年會發生，為歷來最高之偏多頻率(Fig. 3d)，雖還未如低溫異常般的呈現明顯變化趨勢，但是已顯示未來氣溫偏高的發展趨勢。

異常農業氣象狀況發生機率潛勢

分析 1949 年至 2003 年間年降雨量與降雨日數與以 10 年為基期之移動平均(Fig. 4)，可發現以宜蘭地區的年雨量最高且降雨日數亦最多。隨著測站點南移，年雨量與降雨日數皆愈少，惟各站年際間的變化均差異極大。若就 Fig. 5 宜蘭地區豪雨發生機率而言，除了可看出颱風(七月至九月)豪雨發生機率較梅雨(五月至六月)為高之外，同時亦顯示山區有較高的豪雨發生機率。本區域的西南季風受中央山脈阻擋，所以夏季雨量較少，僅蘭陽平原西南隅山區雨量較多，五月至六月豪雨發生機率低於 0.9%。侵臺颱風經常帶

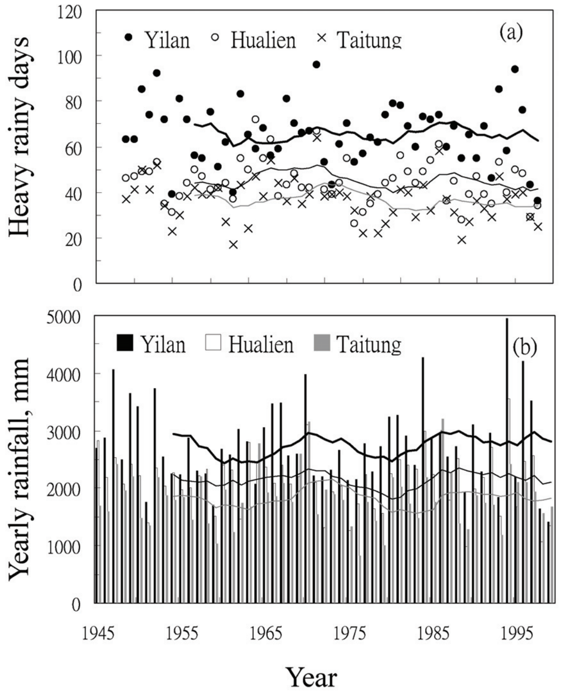

Fig. 4. The distributions of the 10-year moving averages of (a) heavy rainy days and (b) yearly rainfall caused by flood from 1949 to 2003.

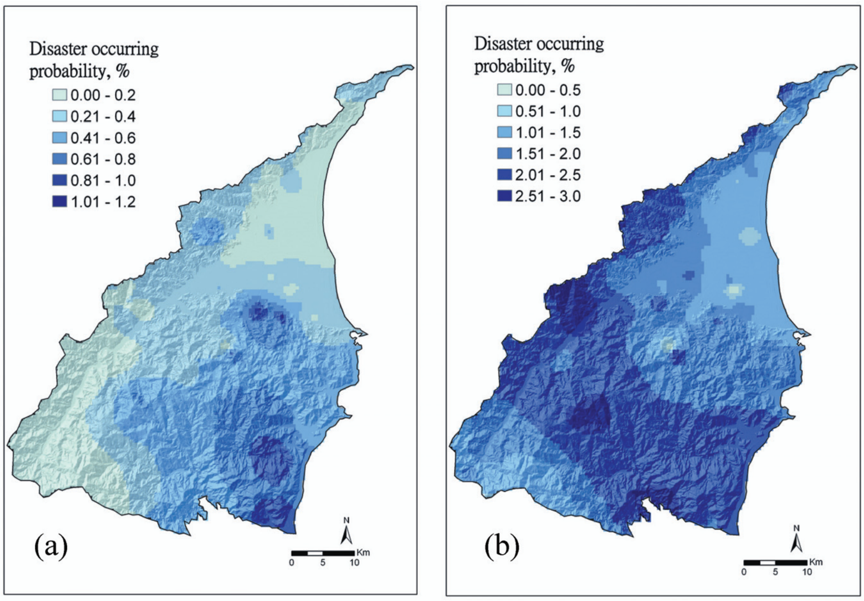

Fig. 5. The potential of accumulated rainfall ≥ 130 mm day^{-1} during (a) May to June and (b) July to September at Yilan.

來強風暴雨，於七月至九月期間豪雨發生機率為 1-3%，尤以南澳和大同鄉機率最高。再就 Fig. 6 花蓮及臺東地區豪雨發生機率分布而言，花蓮地區每年五月至六月間，梅雨季節的豪雨災害雖不大，發生機率普遍在 1%以下，但是七月至九月間，每當颱風來襲時則首當其衝深受其害，豪雨發生機率均在 1.2-2.0%之間，萬榮、光復等地區之豪雨發生機率更高達 2.0-2.8%。臺東地區五月至六月間的豪雨發生受地形影響，於金峰鄉、達仁鄉及海端鄉山區有 1.4-3.0%之機率，夏季受颱風路徑直撲的影響甚鉅，全縣豪雨發生機率約為 1.3-2.4%，在金峰鄉西部更有高達 3.7%之機率。

東部地區溫度的分布隨緯度變化而有高低溫累積日數的差異。Fig. 7a 顯示 1949 年至 2003 年間低溫(≤ 10℃)發生天數最多者為宜蘭，最多天數為 1963 年 37 天，其次為 1971 年 23 天，此後則低溫天數漸減。至 1990 年代之後，除了 1995 年尚有 17 天之外，其餘各年皆少於 10 天的低溫。高溫(≥ 30℃)發生日數以臺東為最多，日數最多者為 2002 年有 175 天(Fig. 7b)，並且分別於 1960-1964 年、1971-1975 年及 1987-1990 年間有明顯連續增加或減少的趨勢。就 10 年為基期之移動平均而言，東部地區有低溫日數減少、高溫日數增加的變化趨勢。東部地區低溫發生機率與地形資料套疊結果顯示，一月份在宜蘭地區低溫機率最低者蘭陽平原一帶約為 20%以下，隨著海拔高度增加，愈往西南方向則低溫機率愈高，最高發生機率甚至超過 60%以上(Fig. 8a)。Fig. 8b 顯示根據資料估算花蓮地區一月份低溫於花東縱谷北端的花蓮市區發生機率最低，可能為海洋氣候及縱谷地形的自然調節所致，自此往西北方向則低溫發生機率急劇增加超過 10 倍，顯示山區低溫發生受地形高程影響極大。北回歸線以南的臺東地區，一月份的低溫發生則明顯減少，且變化不若花蓮地區劇烈，除花東縱谷以西的山區之外，發生機率大多皆在 10%以下。

嚴重雨害災損與降雨日數異常增多的關係密切(Chen *et al.* 2006)，除可能因地面排水宣洩不及造成傷害外，雨日增多導致土壤長期處於水分飽和狀態，作物因根系缺氧受害

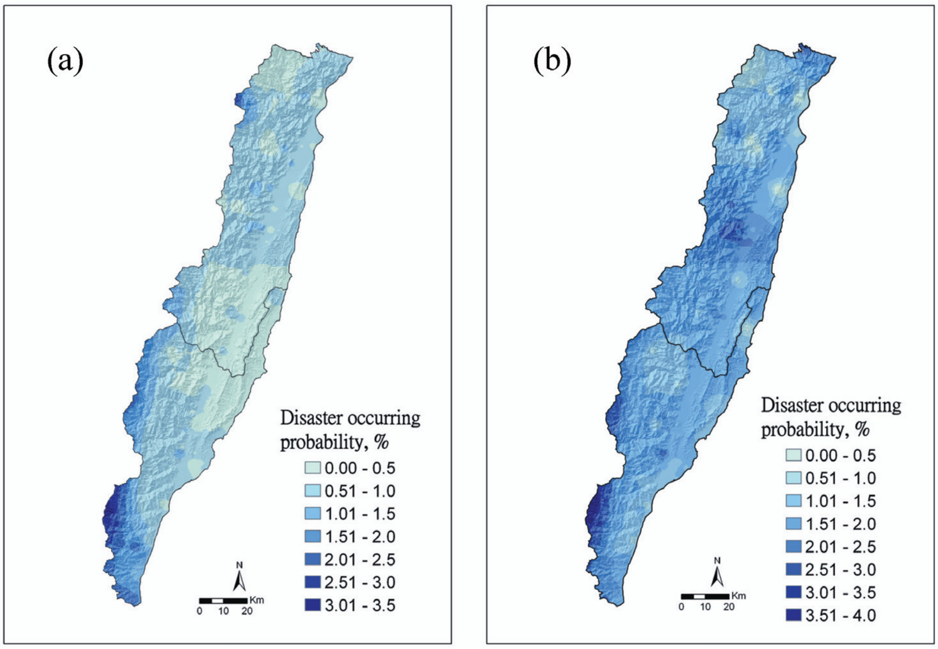

Fig. 6. The potential of accumulated rainfall ≥ 130 mm day^{-1} during (a) May to June and (b) July to September at Hualien and Taitung.

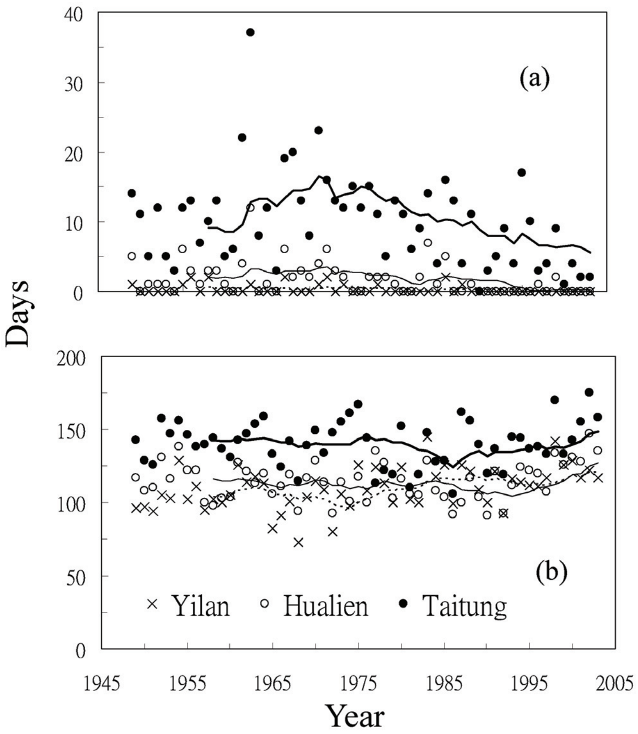

Fig. 7. The distributions of the days of (a) temperature ≤ 10℃ and (b) temperature ≥ 30℃ with their 10-year moving average from 1949 to 2003 at Yilan, Hualien, and Taitung, respectively.

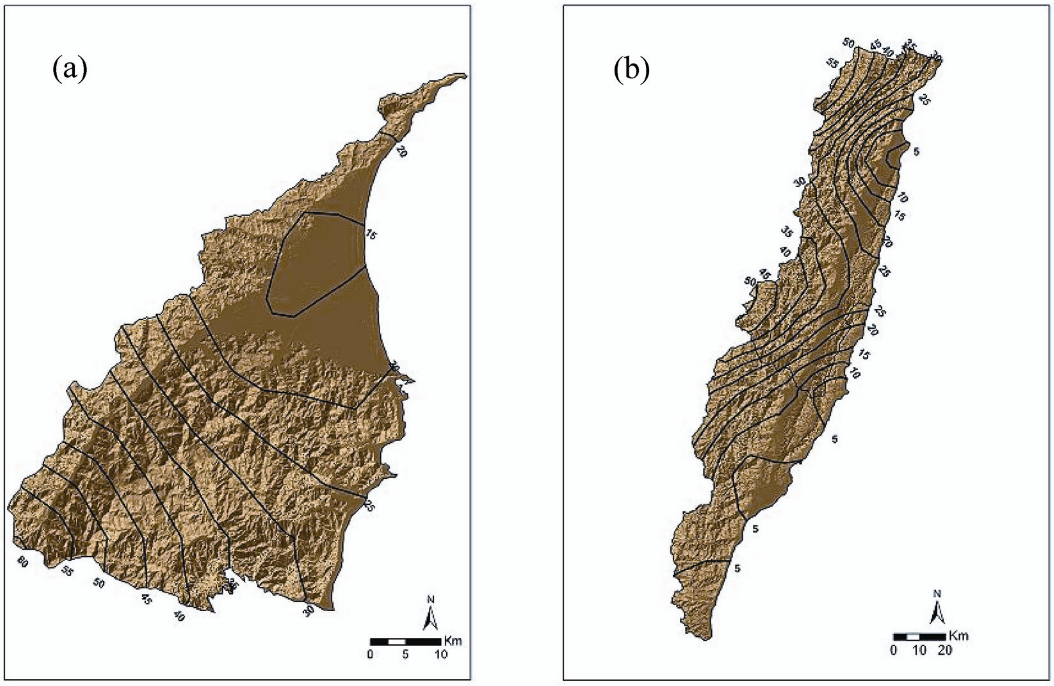

Fig. 8. The potential of daily absolute temperature ≤ 10℃ during January at (a) Yilan and (b) Hualien and Taitung.

也是一個重要致災因素。旱害與水分供應不足有關，因此與年降水量與降雨日數間呈現負相關；高溫除會直接對作物產生傷害外，也會導致蒸發散量的增加而引發旱害，因此≥30℃日數異常增高或增多時，作物旱害受損規模也隨之增加。作物寒害與低溫強度與持續時間有關，因此每日絕對最低溫狀況和≤10℃日數異常偏低或增多時，作物寒害受損規模也隨之增加。

全面性異常氣象狀況發生時，作物罹害面積與損失金額理因隨之增加，惟受栽培作物種類、生長階段、地形及位置等地理因素不同，各地農作物是否罹害以及罹害的程度並不相同，除具有顯著的地域性及季節性差異外，也與是否採行人為避險措施，以及避險措施效能差異等多項因素有關。東部地區農作物發生寒霜害的機率雖然不高，且基於經濟效益之考量，農民雖然認知有此項危險，但通常不會採取積極的防護措施，因此農作物遭受嚴重寒害或全面性低溫偏低的異常狀況的損害程度相對提高。

結語

颱風強大的破壞力往往造成農作物發生嚴重的災損，為造成臺灣東部地區農業氣象災害的首要異常天氣，除了颱風數量、路徑或強度之外，伴隨而來的降雨亦成為影響災損程度的重要關鍵，臺東地區則須特別注意防範颱風季節的焚風災害。東部地區年降雨量及降雨日數雖未呈現明顯的異常增減趨勢，但近年來高溫日數及侵臺颱風數目均有增加的趨勢，使得作物生產仍存有較大的損害風險。七月至九月的豪雨發生機率明顯較梅雨季節為高，且多發生於宜蘭、花蓮中部及臺東南部山區。旱害與年降雨量、降雨日數及高溫日數(≥ 30℃)有關，由於年降雨量和降雨日數的異常偏低與偏少的趨勢，以及高溫日數異常偏多的可能性增加，因此預期未來旱害的受害面積和受損金額仍有持續上升的趨勢。雨害一般可藉由改善地面排水設施

而獲得改善，旱害則需藉由儲水設施、抽取地下水灌溉或實施休耕等措施以獲得舒緩。受氣候暖化之影響，東部地區尤其是北回歸線以南的臺東地區低溫日數(≤ 10℃)異常偏少，雖然平地農作物遭受寒害的機率極低，但於山坡地所栽培的經濟果樹仍有局部受害的可能，需防範低溫傷害以減少受損金額。

綜合以上結果顯示，臺灣東部地區因異常氣象狀況所導致的農業氣象災害仍將持續發生。農業氣象災害不僅造成農民的損失，對整體影響亦甚為深遠。對於東部地區常見的四大農業氣象災害而言，尤其需注意颱風災害及旱害的防範作業，且目前的天氣預報技術已多能充份掌握其動態，因此如何針對地區內小農制度的特性，開發或引進經濟有效的防護方法，將是農業氣象相關研究的重要工作。

引用文獻

Chen CK (1995) Weather and climatology. (in Chinese) p.223-237. Ming Wen Book Co., Ltd., Taipei, Taiwan.

Chen SH, PH Lee, MH Yao, Y Shen (2006) Occurrence of annual abnormal meteorological conditions and its effects on agricultural production in Taiwan. **Crop Environ. Bioinform.** 3: 307-316.

Kuo WS (1980) Further study on agriculture-climate division in Taiwan. (in Chinese) Central Weather Bureau (ed.) Taipei. 205pp.

Shen Y, SW Huang (1996) Estimation and application of potential evapotranspiration in south-west region of Taiwan. **Chinese J. Agromet.** 3(3): 141-149.

Shen Y, SH Chen (1994) Spatial distribution of probabilities of rainstorm occurred during the Mei-yu season in the southwest region of Taiwan. **Meteorol. Bull.** 40(2): 160-167.

Tu CY, CY Yu, C Chou (2003) Climate of Taiwan. IV. The Disaster Climate of Taiwan. p.105. Walkers Cultural Co., Ltd., Taipei, Taiwan.

－編輯：楊純明